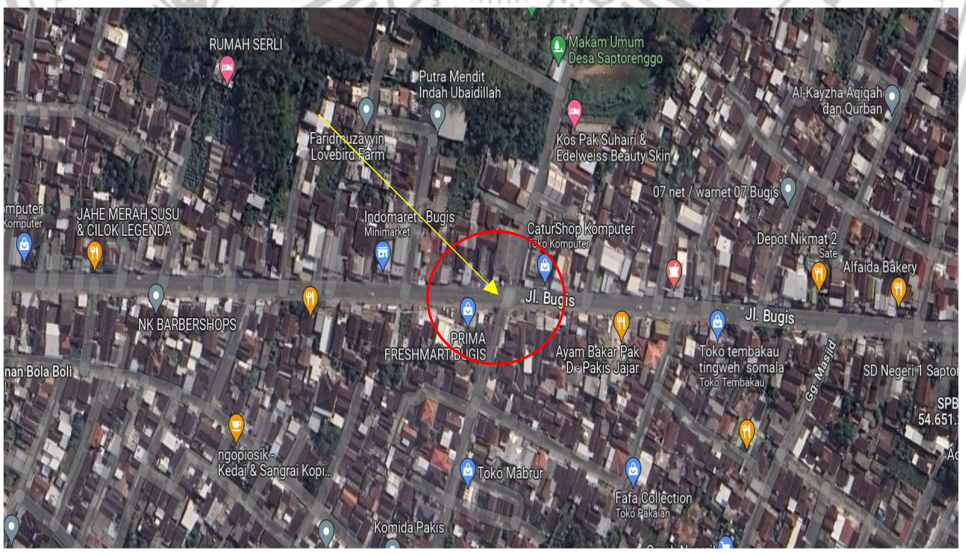
BAB III
METODE STUDI

3.1 Metode Penelitian

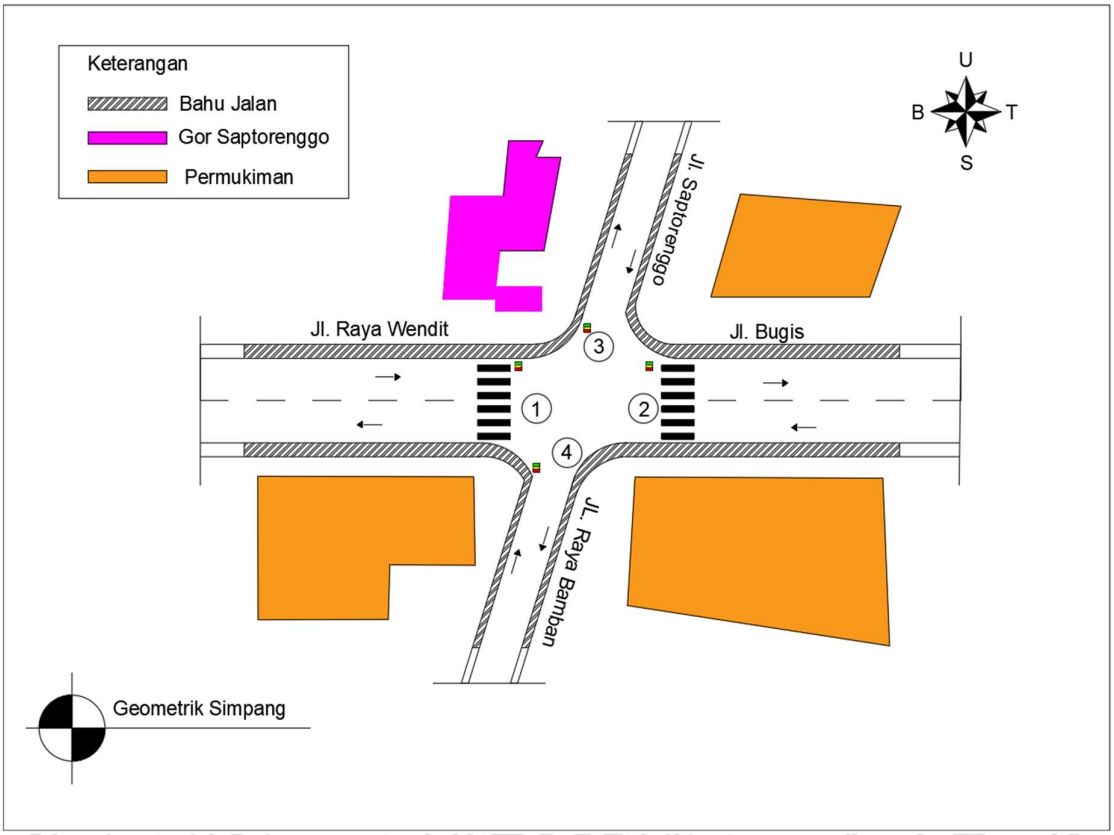
Metode yang digunakan dalan penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan guna mengumpulkan data-data yang meliputi data volume lalu lintas dan data geometric jalan.

3.2 Lokasi Studi

Lokasi studi dilakukan di simpang empat tak bersinyal Jalan Raya Wendit – Jalan Bugis – Jalan Saptorenggo – Jalan Raya Bamban, Kabupaten Malang. Lokasi yang digunakan untuk studi merupakan daerah persimpangan tempat pertemuan dari pintu keluar Gerbang Tol Otomatis (GTO) Pakis serta daerah-daerah padat penduduk Kabupaten Malang bagian timur, seperti Kecamatan Pakis dan Kecamatan Tumpang. Kecamatan ini sendiri biasa digunakan warga Malang khususnya untuk menuju ke Gunung Semeru maupun Gunung Bromo, sehingga daerah ini banyak dilewati oleh para wisatawan. Hal inijuga dapat berimbas pada kepadatan yang terjadi pada persimpangan Jalan Raya Wendit – Jalan Bugis – Jalan Saptorenggo – Jalan Raya Bamban. Peta lokasi studi ditunjukkan pada Gambar 3.1 dan geometrik simpang ditunjukkan pada Gambar 3.2



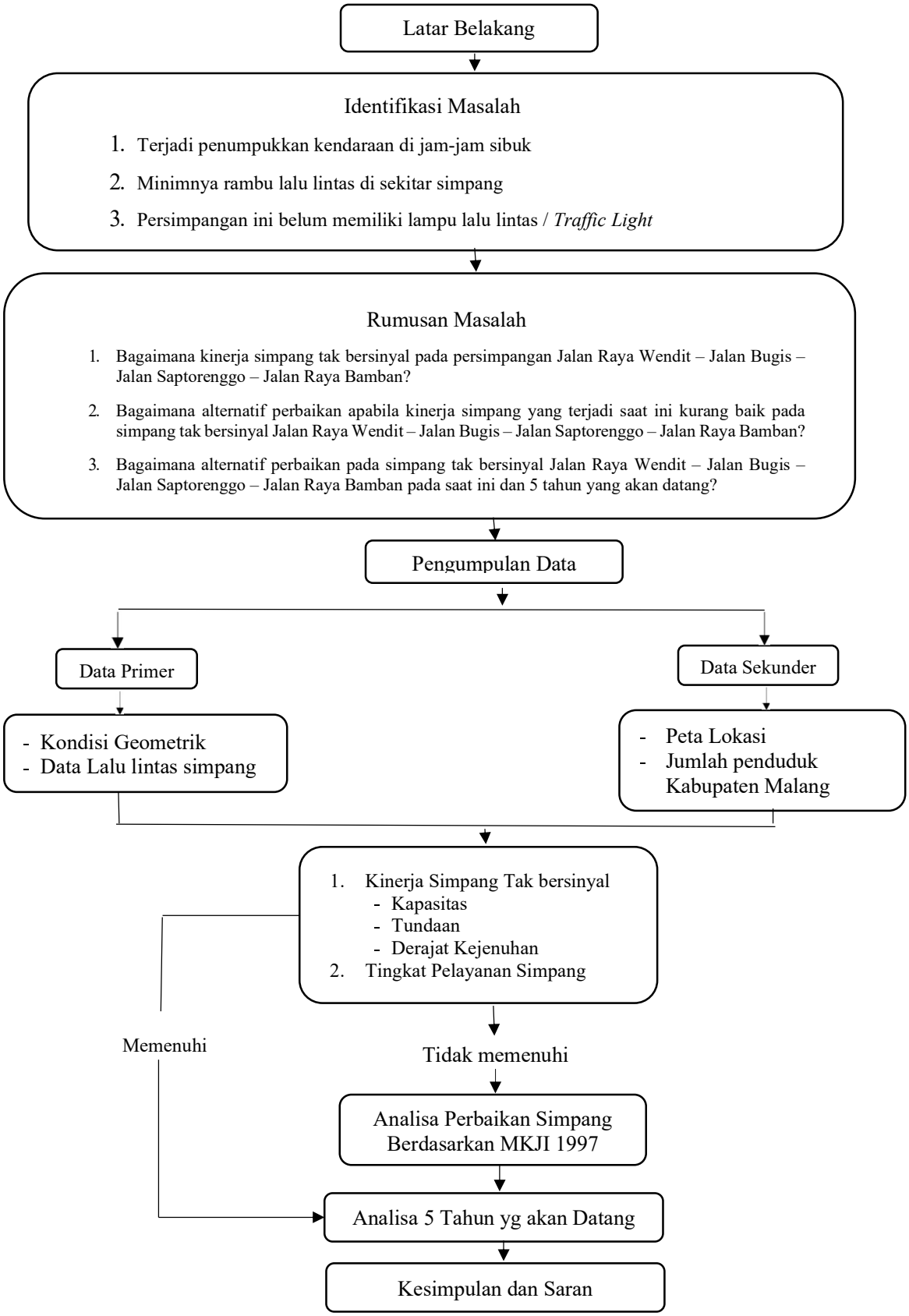
Gambar 3.1 Peta Lokasi Studi



Gambar 3. 2 Geometrik Simpang

3.3 Diagram Alir

Untuk mengetahui tahapan yang digunakan untuk mendapatkan kesimpulan dari studi analisis kinerja pada simpang dapat dilihat dalam diagram alir pada Gambar 3.3.


Latar Belakang
Identifikasi Masalah
1. Terjadi penumpukkan kendaraan di jam-jam sibuk
2. Minimnya rambu lalu lintas di sekitar simpang
3. Persimpangan ini belum memiliki lampu lalu lintas / Traffic Light
Rumusan Masalah
1. Bagaimana kinerja simpang tak bersinyal pada persimpangan Jalan Raya Wendit – Jalan Bugis – Jalan Saptorenggo – Jalan Raya Bamban?
2. Bagaimana alternatif perbaikan apabila kinerja simpang yang terjadi saat ini kurang baik pada simpang tak bersinyal Jalan Raya Wendit – Jalan Bugis – Jalan Saptorenggo – Jalan Raya Bamban?
3. Bagaimana alternatif perbaikan pada simpang tak bersinyal Jalan Raya Wendit – Jalan Bugis – Jalan Saptorenggo – Jalan Raya Bamban pada saat ini dan 5 tahun yang akan datang?
Pengumpulan Data
Data Primer
Data Sekunder
- Kondisi Geometrik
- Data Lalu lintas simpang
- Peta Lokasi
- Jumlah penduduk Kabupaten Malang
1. Kinerja Simpang Tak bersinyal
- Kapasitas
- Tundaan
- Derajat Kejenuhan
2. Tingkat Pelayanan Simpang
Memenuhi
Tidak memenuhi
Analisa Perbaikan Simpang Berdasarkan MKJI 1997
Analisa 5 Tahun yg akan Datang
Kesimpulan dan Saran

3.4 Jenis Data

3.4.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil pengamatan atau survei pada lokasi studi. Data primer terdiri dari kondisi geometrik jalan dan kondisi lalu lintas pada lokasi studi. Adapun data yang diperlukan antara lain:

1. Kondisi Geometrik Simpang merupakan data yang termasuk pengukuran jumlah lengan tiap simpang, lenar jalan dan lebar lajur pada masing-masing lengan.
2. Data Arus Lalu Lintas atau daya tampung lalu lintas diambil untuk mengetahui berapa jumlah data kendaraan yang melintas lurus, berkelok ke kanan maupun berkelok ke kiri dari setiap pendekat. Selanjutnya untuk jeniskendaraan nya dibagi menjadi 3 yakni : Kendaraan Ringan (LV), Kendaraan Berat (HV), Sepeda Motor (MC) & Kendaraan Tak Bermotor (UM).
3. Data Kondisi Lingkungan Sekitar Simpang diambil untuk menentukan tipe lingkungan sebagai lahan pemukiman, komersil dan daerah akses terbatas.

3.4.2 Data Sekunder

Data Sekunder merupakan data yang diperoleh dari pihak lain, dinataranyaitu adalah :

1. Peta Lokasi Simpang
2. Jumlah Penduduk

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Penelitian dilakukan dengan cara mengamati langsung kondisi area simpang. Pengumpulan data dilaksanakan sebagai berikut:

1. Survei Lapangan
2. Traffic Counter

Adapun pengumpulan data secara sekunder yaitu dengan menggunakan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan *Google Maps*.

3.6 Populasi dan Sampel Penelitian

a) Populasi Penelitian

Populasi didefinikan sebagai kelompok subjek yang hendak dikenal generalisasi hasil penelitian (Azwar, 2013). Populasi dalam penelitian ini adalah pengendara yang hendak melewati daerah simpang.

b) Sampel Penelitian

Sampel adalah Sebagian dari populasi (Azwar, 2013). Untuk penentuan sampel peneliti menggunakan waktu survei, yaitu pada hari senin, selasa, rabu, kamis, dan jumat, pada pukul 07.00 – 09.00, 11.00 – 13.00, dan 16.00 – 18.00 dengan perhitungan per 15 menit.

3.7 Teknis Analisis Data

Data volume arus lalu lintas kendaraan didapat dari hasil survei dengan periode 15 menit yang meliputi kendaraan berat (HV), kendaraan ringan (LV), sepeda motor (MC), dan kendaraan tidak bermotor (UM), dengan menghitung jumlah kendaraan yang melewati titik pantau dalam satuan kend/jam diubah menjadi satuan smp/jam menggunakan nilai ekivalen mobil penumpang (emp).

3.7.1 Kinerja Simpang empat Tak Bersinyal

Setelah data yang diperlukan cukup, data-data yang telah diperoleh akan diolah berdasarkan formula yang ada sehingga di dapat nilai-nilai atau parameter yang dimaksud. Data tersebut dapat di sajikan dalam bentuk tabel dan diagram.

Berikut perhitungan yang diperlukan untuk menghitung kinerja simpang tak bersinyal menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997:

a. Lebar Pendekat Rata – rata (W_1)

Berdasarkan Tabel 3.1, dapat ditentukan jumlah lajur total untuk kedua arah yang digunakan untuk menghitung lebar rata – rata pendekat minor dan pendekat utama. (MKJI, 1997)

Tabel 3.1 Jumlah Lajur dan Lebar Rata – rata Pendekat Minor dan Utama

Lebar rata – rata pendekat minor dan utama W_{AC}, W_{BD}	Jumlah lajur (total untuk kedua arah)
W_{BD} = (b+d/2)/2 < 5,5	2
> 5,5	4
W_{AC} = (a/2 + c/2)/2 < 5,5	2
> 5,5	4

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga,1997

Lebar rata – rata pendekat (W_1):

$W_1 = (W_A + W_B + W_C + W_D)$/jumlah lengan simpang..... (3.1)

Dimana:

W_1 = Lebar rata – rata pendekat pada simpang

W_A = Lebar pendekat jalan minor A (m)

W_B = Lebar pendekat jalan minor B (m)

W_C = Lebar pendekat jalan utama C (m)

W_D = Lebar pendekat jalan utama D (m)

b. Tipe Simpang

Tipe simpang ditentukan berdasarkan jumlah lengan pada simpang, jumlah lajur pada jalan minor, dan jumlah lajur pada jalan utama berdasarkan Tabel 3.2. (MKJI, 1997)

Tabel 3.2 Tipe simpang

Kode IT	Jumlah lengan simpang	Jumlah lajur jalan minor	Jumlah lajur jalan utama
322	3	2	2
324	3	2	4
342	3	4	2
422	4	2	2
424	4	2	4

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

c. Arus Lalu Lintas

Data arus lalu lintas diambil dari pergerakan lalu lintas berdasarkan jenis kendaraan berat (HV), kendaraan ringan (LV), sepeda motor (MC), dan kendaraan tidak bermotor (MU), pada periode 15 menit. Arus lalu lintas setiap lengan dibagi untuk setiap gerakan yaitu gerakan belok kanan (RT), gerakan belok kiri (LT), dan lurus (ST). Total volume lalu lintas dinyatakan dalam satuan smp/jam dengan mengalikan arus lalu lintas dalam kend/jam dengan nilai ekivalensi mobil penumpang (emp) berdasarkan Tabel 3.3. (MKJI, 1997)

Tabel 3.3 Nilai Konversi Untuk Simpang Tak Bersinyal

Jenis Kendaraan	Emp
Kendaraan Ringan (LV)	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,5

Sum ber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

d. Ukuran Kota

Ukuran kota ditentukan berdasarkan perkiraan jumlah penduduk dari kota yangdi tinjau. Ukuran kota berdasarkan jumlah penduduk dapat dilihat pada Tabel 3.4. (MKJI, 1997)

Tabel 3.4 Kelas Ukuran Kota

Ukuran Kota	Jumlah Penduduk (Juta)
Sangat kecil	< 0,1
Kecil	0,1 – 0,5
Sedang	0,5 – 1,0
Besar	1,0 – 3, 0
Sangat Besar	> 3,0

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

e. Tipe Lingkungan Jalan

Tipe lingkungan jalan diklasifikasikan dalam kelas menurut tata guna lahan dan seluruh aktivitas pada simpang tersebut. Tipe lingkungan jalan menurut tata guna lahan dan aktivitas sekitarnya dapat dilihat pada Tabel 3.5. (MKJI, 1997)

Tabel 3.5 Tipe Lingkungan Jalan

Komersial	Tata guna lahan komersial (misalnya pertokoan, rumah makan, perkantoran) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
Permukiman	Tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
Akses Terbatas	Tanpa jalan masuk atau jalan masuk langsung terbatas (misalnya karena ada penghalang fisik, jalan samping, dsb.

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

f. Kapasitas Dasar (Co)

Nilai kapasitas dasar ditentukan ber dasarkan tipe simpang, dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Kapasitas Dasar Simpang

Tipe Simpang IT	Kapasitas Dasar (smp/jam)
322	2700
342	2900
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

g. Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (F_W)

F_W dihitung berdasarkan lebar pendekat rata – rata dan tipe simpang, dapat dihitung menggunakan Persamaan berikut Untuk tipe pendekat 422

$$F_W = 0{,}70 + 0{,}0866 \times W_1 \quad (3.2)$$

Dimana:

W_1 = Rata – rata lebar pendekat (m)

h. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

Ditentukan berdasarkan jumlah penduduk kota (juta/jiwa) atau berdasarkan ukuran kota. Nilai faktor penyesuaian ukuran kota dapat dilihat pada Tabel 3.8.

Tabel 3.7 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Ukuran Kota (cs)	Penduduk (Juta/jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})
Sangat Kecil	< 0,1	0,82
Kecil	0,1 – 0,5	0,88
Sedang	0,5 – 1,0	0,94
Besar	1,0 – 3,0	1,00
Sangat Besar	> 3,0	1,03

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

Jumlah pertumbuhan penduduk kota dapat dihitung menggunakan Persamaan berikut:

$$P_n = P_0 \times (1 + i)^n \quad (3.3)$$

Dimana:

P_n = Jumlah penduduk setelah n tahun kedepan

P_0 = Jumlah penduduk pada tahun awal

i = Angka pertumbuhan penduduk

n = Jumlah waktu dalam tahun

i. Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan

Kendaraan Tidak Bermotor (F_{RSU})

Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{RSU}) dihitung dengan berdasarkan Tabel 3.9

Tabel 3.8 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Kelas Tipe Lingkungan Jalan RE	Kelas Hambatan Samping SF	Raso Kendaraan Tak Bermotor (F_{UM})					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥ 0,25
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Permukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,97	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses Terbatas	Tinggi/sedang/rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

Rasio kendaraan tak bermotor (P_{UM}) dihitung menggunakan Persamaan berikut:

$$P_{UM} = \frac{UM}{MV} \quad \text{.....(3.4)}$$

Dimana:

P_{UM} = Rasio kendaraan tak bermotor

UM = Jumlah hambatan samping pada pendekat

MV = Total volume arus lalu linta jam puncak pada pendekat (smp/jam)

j. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})

Faktor penyesuaian belok kanan untuk simpang 4 lengan = 0.

k. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})

Rasio belok kiri dapat dihitung menggunakan Persamaan sebagai berikut:

$$P_{LT}=Q_{LT}/Q_{TOT} \quad \text{.....(3.5)}$$

Dimana:

P_{LT} = Rasio belok kiri

Q_{LT} = Total volume kendaraan belok kiri (smp/jam)

Q_{TOT} = Total volume arus lalu lintas

Maka, faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT}) dapat dihitung berdasarkan Persamaan sebagai berikut:

$$F_{LT} = 0,84 + 1,61 \times P_{LT} \quad \text{.....(3.6)}$$

Dimana:

F_{LT} = Faktor penyesuaian belok kiri

P_{LT} = Rasio belok kiri

l. Faktor Penyesuaian Arus Jalan Minor (F_{MI})

Faktor penyesuaian arus jalan minor dapat dihitung berdasarkan tipe simpang 422 dan rasio arus jalan minor (P_{MI}), yaitu menggunakan Persamaan sebagai berikut:

$$P_{MI} = \frac{QMI}{QTOT} \quad \text{.....(3.7)}$$

Dimana:

P_{MI} = Rasio arus jalan minor

Q_{MI} = Total volume arus jalan minor (smp/jam)

Q_{TOT} = Total volume arus lalu lintas jam puncak (smp/jam)

$$F_{MI} = 1{,}19 \times P_{MI}^2 - 1{,}19 \times P_{MI} + 1{,}19 \quad \text{.....(3.8)}$$

Dimana:

F_{Mi} = Faktor penyesuaian arus jalan

minorP_{MI} = Rasio arus jalan minor

m. Kapasitas total pada simpang dihitung berdasarkan nilai antrian kapasitas dasar (Co) dengan faktor – faktor penyesuaian (F_W, F_M, F_{CS}, F_{RSU}, F_{LT}, F_{RT}, F_{MI}). Kapasitas dapat dihitung berdasarkan Persamaan:

$$C = Co \times F_W \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{RT} \times F_{LT} \times F_{MI} \quad (3.9)$$

Dengan:

C = Kapasitas (smp/jam)

Co = Nilai kapasitas dasar (smp/jam)

F_W = Faktor koreksi lebar masuk

F_M = Faktor koreksi median jalan utama

F_{CS} = Faktor koreksi ukuran kota

F_{RSU} = Faktor koreksi tipe lingkungan dan hambatan samping

F_{RT} = Faktor koreksi presentase belok kanan

F_{LT} = Faktor koreksi presentase belok kiri

F_{MI} = Faktor koreksi rasio arus jalan minor

n. Nilai derajat kejenuhan menentukan apakah pada suatu persimpangan tersebut kinerja simpang masih ideal atau tidak. (MKJI, 1997: 3-40)

Derajat kejenuhan dihitung berdasarkan Persamaan berikut.

$$DS = Q_{TOT} / C \quad (3.10)$$

Dimana:

Q_{TOT} = Arus total (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

o. Nilai tundaan simpang dihitung menggunakan Persamaan berikut.

- Tundaan Lalu Lintas Simpang (D_{TI})

  Tundaan lalu lintas simpang ditentukan dari kurva empiris antara DT_1 dan DS menggunakan Persamaan berikut.

  DT_1 untuk DS < 0,6

  $$DT_1 = 2 + (8{,}2078 \times DS) - (1 - DS) \times 2 \quad (3.11)$$

  DT_1 untuk DS > 0,6

  $$DT_1 = \frac{1{,}0504}{(0{,}2742 - (0{,}2042 \times DS)} - (1 - DS) \times 2 \quad (3.12)$$

- Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama (DT_{MA})

  Nilai tundaan lalu lintas jalan utama dihitung berdasarkan Persamaan berikut.

  DT_{MA} untuk DS < 0,6

  $$DT_{MA} = 1{,}8 + (5{,}8234 \times DS) - (1 - DS) \times 1{,}8 \quad \text{.....(3.13)}$$

  DT_{MA} untuk DS > 0,6

  $$DT_{MA} = \frac{1{,}05034}{(0{,}346 - (0{,}246 \; x \; DS))} - (1 - DS) \times 1{,}8 \quad \text{.....(3.14)}$$

- Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor (DT_{MI})

  Tundaan lalu lintas jalan minor rata – rata ditentukan berdasarkan tundaan samping rata – rata dan tundaan jalan utama rata – rata.

  $$DT_{MI} = (Q_{TOT} \times DT_1 - Q_{MA} \times DT_{MA}) / Q_{MI} \quad \text{.....(3.15)}$$

  Dimana:

  DT_{MI} = Tundaan untuk jalan minor (det/smp)

  Q_{TOT} = Arus total (smp/jam)

  DT_1 = Tundaan lalu lintas simpang (det/smp)

  Q_{MA} = Arus total pada jalan utama (smp/jam)

  DT_{MA}= Tundaan untuk jalan utama (det/smp)

  Q_{MI} = Arus total pada jalan minor (smpjam)

- Tundaan Geometrik Simpang (DG)

  Tundaan geometrik simpang adalah tundaan geometrik rata – rata seluruh kendaraan bermotor yang masuk simpang.

  Untuk DS < 1,0

  $$DG = (1 - DS) \times (p_T \times 6 + (1 - p_T) \times 3) + DS \times 4 \quad \text{.....(3.16)}$$

  Untuk DS ≥ 1,0

  $$DG = 4$$

Dimana:

DG = Tundaan geometrik simpang (det/smp)

DS = Derajat kejenuhan

P_T = Rasio belok total

- Tundaan dihitung berdasarkan nilai tundaan geometrik simpang ditambah nilai tundaan lalu lintas simpang.

$$D = DG + DT_1 \quad (3.17)$$

Dimana:

DG = Tundaan geometrik simpang (det/smp)

DT_1 = Tundaan lalu lintas simpang (det/smp)

p. Peluang Antrian (QP%)

Peluang antrian dapat dihitung berdasarkan Persamaan berikut.

Batas atas:

$$Qpa = (47{,}71 \times DS) - (24{,}68 \times DS^2) + (56{,}47 \times DS^3) \quad (3.18)$$

Batas bawah:

$$Qpb = (9{,}02 \times DS) + (20{,}66 \times DS^2) + (10{,}49 \times DS^3) \quad (3.19)$$

3.7.2 Tingkat Pelayanan Simpang

Tingkat pelayanan ditentukan berdasarkan nilai kuantitatif seperti NVK (kondisi ruas jalan dalam melayani volume lalu lintas), kecepatan perjalanan, kebebasan pengemudi dalam memilih kecepatan, derajat hambatan lalu lintas, dan kenyamanan. Indikator tingkat pelayanan persimpangan jalan dapat dilihat pada Tabel 3.10. (Tamin, 2000)

Tabel 3.9 Indikator Tingkat Pelayanan Simpang

Tingkat Pelayanan	Karakteristik
A	Kondisi arus lalu lintas bebas antara satu kendaraan dengan kendaraan yang lain, besar kecepatan ditentukan oleh pengendara dan sesuai dengan batas keepatan yang telah ditentukan.
B	Kondisi arus lalu lintas stabil, besar kecepatan dibatasi dan hambatan dari kendaraan lain mulai dirasakan.
C	Kondisi arus lalu lintas stabil, besar kecepatan dibatasi dan hambatan dari kendaraan lain semakin besar.
D	Kondisi arus lalu lintas mulai tidak stabil, kecepatan menurun akibat hambatan kendaraan lain dan kebebasan bergerak relatif kecil.
E	Volume arus lalu lintas mendekati kapasitas ruas jalan, kecepatan lebih rendah dari 40 km/jam dan pergerakan lalu lintas terhambat.
F	Arus lalu lintas sangat tidak stabil, kecepatan relatif rendah, arus lalu lintas sering terhenti menyebabkan antrian kendaraan yang panjang.

Sumber: Tamin, 2000

3.7.3 Alternatif Perbaikan Simpang

Diberikan solusi perbaikan pada simpang apabila ditemukan kinerja simpang sudah tidak ideal. Pada saat ini kinerja simpang masih ideal, namun pada 5 tahun yang akan datang ditemukan kinerja simpang mulai jenuh. Maka dibutuhkan perbaikan agar terciptanya kenyamanan dan keamanan bagi pengendara dan pengguna jalan saat melewati simpang (MKJI, 1997), antara lain:

a. Menerapkan larangan belok kanan
b. Menerapkan simpang bersinyal 2 fase
c. Menerapkan simpang bersinyal 3 fase

3.7.3.1 Alternatif Simpang Bersinyal

3.7.3.2 Kondisi Arus Lalu Lintas

Menghitung data arus lalu lintas dalam smp/jam dengan periode 15 menit bagi masing – masing jenis kendaraan berat (HV), kendaraan ringan (LV), sepeda motor (MC), dan kendaraan tidak bermotor (MU), untuk kondisi terlindungi atau terlawan berdasarkan Tabel 3.11.

Tabel 3.10 Nilai Konversi Untuk Simpang Bersinyal

Tipe Kendaraan	Emp	
	Pendekat Terlindung	Pendekat Terlawan
LV	1,0	1,0
HV	1,3	1,3
MC	0,2	0,4

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

Menghitung masing – masing pendekat rasio kendaraan belok kiri (P_{LT}) dan rasio kendaraan belok kanan (P_{RT}).

$$P_{LT} = \frac{LT\ (\frac{smp}{jam})}{Total\ (\frac{smp}{jam})} \quad (3.20)$$

$$P_{RT} = \frac{RT\ (\frac{smp}{jam})}{Total\ (\frac{smp}{jam})} \quad (3.21)$$

Menghitung rasio kendaraan tak bermotor.

$$P_{UM} = \frac{QUM}{QMV} \quad (3.22)$$

Dimana:

P_{UM} = Rasio kendaraan tak bermotor

Q_{UM} = Total arus kendaraan tak bermotor (kend/jam)

Q_{MV} = Total arus kendaraan bermotor (kend/jam)

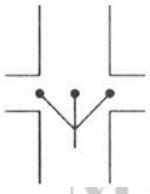
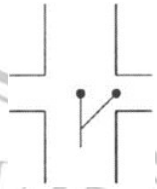
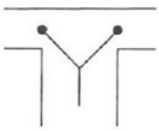
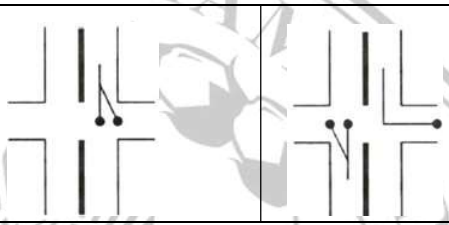
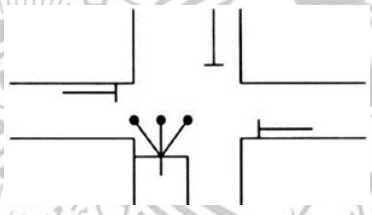
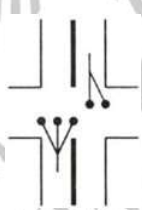
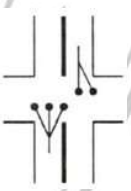
3.7.3.3 Penentuan Waktu Sinyal

a. Tipe Pendekat

Menentukan tipe dari setiap pendekat terlindungi (P) atau terlawan (O) berdasarkan Tabel 3.1

Tabel 3.11 Penentuan Tipe Pendekat

<table>
<tr><td>Tipe Approach</td><td>Keterangan</td><td colspan="3">Contoh Konfigurasi Approach</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Terlindung (P)</td><td rowspan="4">Arus berangkat

tanpa konflik lalu lintas dari arah berlawanan</td><td>Satu arah</td><td>Satu arah</td><td>Simpang T</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="3">Duaa rah, belok kanan terbatas</td></tr>
<tr><td colspan="3">  </td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td colspan="3">Dua arah, fase sinyal terpisah tiap arah</td></tr>
<tr><td colspan="3">  </td></tr>
<tr><td rowspan="2">Terlawan (O)</td><td rowspan="2">Arus berangkat dengan konflik lalu lintas dari arah berlawanan</td><td colspan="3">Duaa rah, arus berangkat dari arah berlawanan dalam fase fase yang sama. Belok kanan tidak terbatas.</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
</table>

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

b. Arus Jenuh Dasar

Arus jenuh dasar dihitung berdasarkan lebar efektif (W_e) tiap pendekat.

$$So = 600 \times W_e \text{ (smp/jam)} \quad \text{.....(3.23)}$$

c. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan berdasarkan jumlah penduduk kota, nilai faktor penyesuaian ukuran kota dapat dilihat pada Tabel 3.13.

Tabel 3.12 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Penduduk Kota (juta jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})
> 3.0	1,05
1,0 – 3,0	1,00
0,5 – 1,0	0,94
0,1 – 0,5	0,83
< 0,1	0,82

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

d. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F_{SF})

Faktor penyesuaian hambatan samping ditentukan berdasarkan nilai lingkungan jalan, tingkat hambatan samping, dan rasio kendaraan tak bermotor. Ditentukan berdasarkan Tabel 3.14

Tabel 3.13 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F_{SF})

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Komersial (COM	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Permukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses Terbatas (RA)	Tinggi/Sedang/Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

e. Faktor Penyesuaian Parkir (F_P)

Faktor penyesuaian parkir (F_P), adalah jarak dari garis henti sampai kendaraan parkir pertama dan lebar pendekat, ditentukan berdasarkan Gambar 3.4 atau dengan Persamaan berikut.

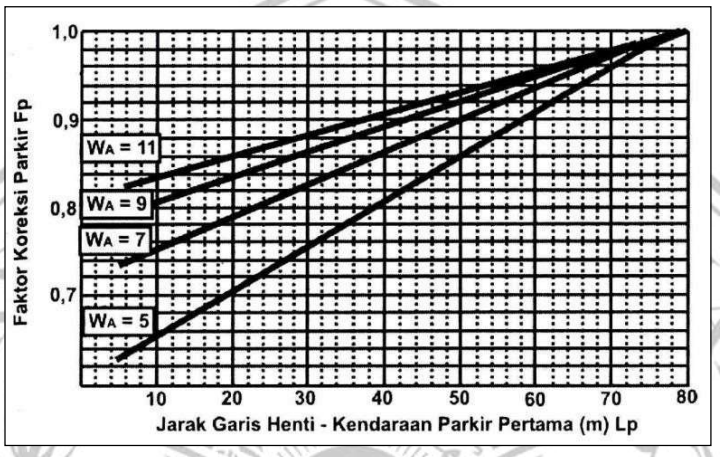
$$F_p = [L_P/3 - (W_A - 2) \times (L_P/3 - g)/W_A]/g \quad (3.24)$$

Dimana:

L_P = Jarak antara garis henti dan kendaraan parkir utama (m)

W_A = Lebar pendekat (m)

g = Waktu hijau pendekat (det)



Gambar 3.3 Jarak Garis Henti

f. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT}) hanya untuk pendekat tipe P dan jalan dua arah tanpa median, dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$F_{RT} = 1{,}0 + P_{RT} \times 0{,}26 \quad (3.25)$$

g. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT}) hanya untuk pendekat tipe P tanpa LTOR/belok kiri langsung, dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$F_{LT} = 1{,}0 - P_{LT} \times 0{,}16 \quad (3.26)$$

h. Arus Jenus (S)

Arus jenuh dihitung berdasarkan nilai arus jenuh dasar dikali dengan nilai – nilai faktor penyesuaian, menggunakan Persamaan berikut.

$$S = So \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \text{ (smp/jam)} \quad (3.27)$$

Dimana:

So = Arus jenuh dasar (smp/jam)

F_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

F_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping

F_G = Faktor penyesuaian kelandaian

F_P = Faktor penyesuaian parkir

F_{RT} = Faktor penyesuaian belok kanan

F_{LT} = Faktor Penyesuaian belok kiri

i. Perhitungan Arus (Q) dengan Arus Jenuh (S)

Jika pendekat terdapat LTOR, maka nilai Q hanya gerakan lurus dan belok kanan saja. Rasio arus (FR) dihitung berdasarkan nilai arus (Q) dan nilai arus jenuh (S), emnggunakan persamaan berikut.

$$FR = Q / S \quad (3.28)$$

Rasio arus kritis (FR_{CRIT}) adalah nilai perbandingan arus tertinggi pada tiap fase. Jika nilai arus kritis (FR) dijumlahkan, maka akan didapat nilai rasio arus simpang (IFR).

$$IFR = \sum (FR_{CRIT}) \quad (3.29)$$

Rasio Fase (PR) adalah nilai perbandingan antara rasio arus kritis (FR_{CRIT}) dengan rasio arus simpang (IFR).

$$PR = FR_{CRIT}/IFR \quad (3.30)$$

j. Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Waktu siklus sebelum penyesuaian (C_{ua}) dihitung berdasarkan Persamaan berikut.

$$C_{ua} = (1{,}5 \times LTI + 5)/(1 - IFR) \quad (3.31)$$

Dimana:

C_{ua} = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (det)

LTI = Waktu hilang total persiklus (det)

IFR = Rasio arus simpang

Waktu hijau (g) dihitung untuk tiap fase berdasarkan nilai waktu hilang total persiklus (LTI) dan nilai rasio fase (PR) menggunakan Persamaan berikut.

$$g = (C_{ua} - LTI) \times PR \quad (3.32)$$

Waktu siklus yang kurang dari 10 detik harus dihindari, karena dapat mengakibatkan waktu merah yang berlebihan.

Waktu siklus yang disesuaikan (c), dihitung berdasarkan total nilai waktu hijau (g) dan waktu hilang total persiklus (LTI), dengan Persamaan berikut.

$$c = \sum g + LTI \quad (3.33)$$

3.7.3.4 Kapasitas

Penentuan kapasitas (C) untuk setiap lengan simpang dihitung menggunakanPersamaan berikut. (MKJI, 197: 2-61)

C = S x g/c ..... (3.34)

Dimana:

C = Kapasitas (smp/jam)

S = Arus jenuh (smp/jam)

g = Waktu hijau (det)

c = Waktu siklus (det)

Derajat kejenuhan (DS) dihitung berdasarkan nilai arus lalu lintas total (Q) dikali nilai kapasitas (C), menggunakan Persamaan berikut.

DS = Q/C..... (3.35)

Dimana:

DS = Derajat kejenuhan

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

3.7.3.5 Perilaku Lalu Lintas

Perilaku lalu lintas ditentukan berdasarkan panjang antrian kendaraan, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan pada simpang. (MKJI, 1997)

- Panjang antrian

  Jumlah antrian yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ_1) dihitung berdasarkan nilai derajat kejenuhan, rasio hijau dan kapasitas. Dihitung menggunakan Persamaan berikut.

  Untuk DS > 0,5

  NQ_1=0,25xC[(DS-1)+$\sqrt{(DS-1)\text{^}2+(8x(DS-0{,}5))/C}$ ……(3.36)

  Untuk DS < 0,5

  $NQ_1 = 0$

  Dimana:

  NQ_1= Jumlah smp yang tersisa dari fase sebelumnya

  DS= Derajat kejenuhan

  C= Kapasitas (smp/jam)

  Jumlah antrian yang datang selama fase merah (NQ_2), dihitung menggunakan Persamaan berikut.

  $NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$ .....(3.37)

Dimana:

NQ_2 = Jumlah smp yang datang selama fase merah

GR = Rasio hijau

DS = Derajat kejenuhan

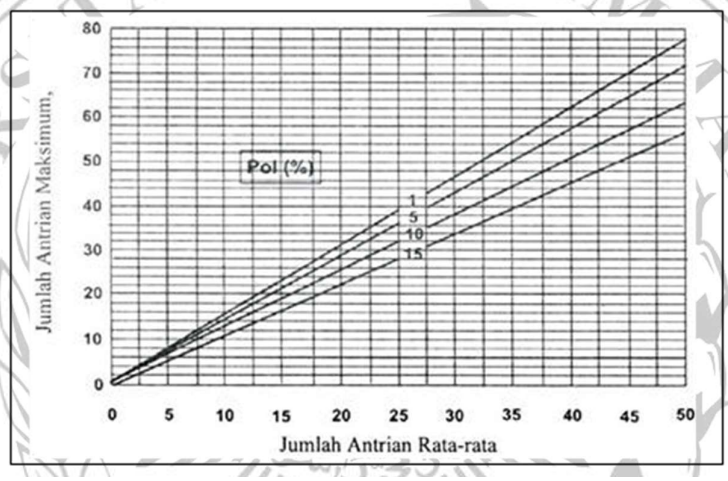
Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

c = Waktu siklus (det)

jumlah kendaraan antri total dihitung menggunakan Persamaan berikut.

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \quad (3.38)$$

Mencari nilai NQ_{MAX} dari Gambar 3.5, dengan menghubungkan nilai NQdengan probabilitas P_{OL} (%), untuk operasional disarankan P_{OL} 5-10%.



Gambar 3.4 Jumlah antrian (NQMAX)

Panjang antrian (QL), dihitung berdasarkan nilai NQ_{MAX} dan nilai W_{MASUK} menggunakan Persamaan berikut.

$$QL = \frac{NQmax \times 20}{Wmasuk} \quad (3.39)$$

Kendaraan Terhenti

Menghitung angka henti (NS) berdasarkan nilai waktu siklus dan arus lalulintas, menggunakan Persamaan berikut.

NS = 0,9 x NQ/QxC x 3600 ……(3.40)

Dimana:

DG_j =Tundaan geometrik rata – rata untuk setiap pendekat (det/smp) P_{SV} = Rasio kendaraan berhenti pada pendekat (P_{SV} minus, maka NS =1)

P_T = Rasio kendaraan berbelok pada pendekat

Tundaan rata – rata untuk seluruh simpang (D_I), dihitung menggunakan Persamaan berikut.

$$D_I = \frac{\Sigma(Q \times D)}{QTOT} \quad \text{(3.41)}$$

Dimana:

Q = Arus lalu lintas tiap pendekat (smp/jam)

D = Tundaan rata – rata tiap pendekat (det/smp)

Q_{TOT} = Arus total (smp/jam)

3.7.4 Analisa dan Kinerja Simpang 5 Tahun Yang Akan Datang

Untuk mengetahui kondisi pelayanan simpang dan kinerja simpang dalam jangka waktu 5 tahun yang akan datang. Data yang digunakan berdasarkan persentase pertumbuhan penduduk serta arus lalu lintas di kabupaten Malang, maka dapat di prediksikan pelayanan simpang beserta kinerja simpang dalam jangka waktu 5 tahun yang akan datang. Pertumbuhan jumlah penduduk dapat dhitung.

$P_n = P_0 \times (1 + i)^n$ ……(3.42)

Dimana:

P_n = Jumlah penduduk setelah n tahun kedepan

P_0 = Jumlah penduduk pada tahun awal

i = angka pertumbuhan Penduduk

n = Jumlah waktu dalam tahun